



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 21 969 C 1

51 Int. Cl.⁶:
H 04 L 9/36
G 06 T 9/00

21 Aktenzeichen: 195 21 969.4-31
22 Anmeldetag: 16. 6. 95
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 2. 97

DE 195 21 969 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:
Anwaltskanzlei München, Rösler, Steinmann, 80689
München

72 Erfinder:
Koch, Eckhard, Dipl.-Phys. Dr., 64625 Bensheim, DE;
Zhao, Jian, 64380 Rossdorf, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

EP 6 14 308 A1
EP 5 81 317 A2

JP-Z.: TANAKA, K. et al.: A Digital Multisig- nature
Method for Facsimile-Mail Service. In: Electronics
and Communications in Japan, Part 1, Vol. 75, No. 7,
1992, S. 47-57;

54 Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze

57 Beschrieben wird ein Verfahren zur Markierung binär
codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch
Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in
einen Datensatz.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß der zu
markierende Datensatz in Blöcke von Pixeln zerlegt wird, die
mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den
Frequenzraum transformiert werden, daß eine diskrete Posi-
tionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in
den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung
eines Schlüssels sowie datensatzspezifischer Eigenschaften
generiert wird und, daß die zu implementierende Informa-
tionseinheit an die durch die Positionsfolge festgelegten
Positionen im Datensatz geschrieben bzw. gelesen wird.

DE 195 21 969 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in einen Datensatz.

Der Schutz der Urheberrechte und Verwertungsrechte ist eines der Hauptanliegen der Anbieter von elektronischen Informationen, Verlegern, Medienkonzernen und Verwertungsgesellschaften. Ein Hauptanliegen von Urhebern ist der Schutz vor unerlaubten Vervielfältigungen und Verbreitungen von urheberrechtlich geschützten multimedialen Werken. In vielen Fällen, wie beispielsweise in der Verbreitung elektronisch gespeicherter Daten, ist die unmittelbare Verhinderung der unrechtmäßigen Verbreitung nicht möglich, so daß Techniken entwickelt worden sind, die die Verfolgung und Aufspürung unautorisierter Vervielfältigungen ermöglichen sowie deren Rückverfolgung nachweisen.

Derartige, in den einzelnen elektronischen Datensätzen einzubringende Maßnahmen sehen den sogenannten steganographischen Ansatz vor, die eine Technik darstellt, die zusätzliche Informationen in Daten geheim einbettet, indem sie die originalen Daten modifiziert, ohne die Qualität und das Erscheinungsbild der Daten wesentlich zu beeinflussen. So sind verschiedene Methoden untersucht worden, Originale digitale Daten leicht zu modifizieren, um dadurch zusätzliche Informationen zu speichern. Matsui & Tanaka haben eine Reihe von steganographischen Methoden zur Identifikation bei verschiedenen Typen von digitalen Bildern, Videos oder Faxsimile vorgestellt. Siehe hierzu insbesondere die Druckschrift von Mantusi and K. Tanaka, "Video-Steganography: How to secretly embed a signature in a picture", IMA Intellectual Property Project Proceedings, Vol. 1, No. 1, 1994.

Das zugrundeliegende Prinzip ihrer Methoden beruht darauf, die Information so einzubetten, daß diese nur eine weitere Ungenauigkeit, d. h. eine Erhöhung im Rauschpegel, der Ursprungsdaten zu sein scheinen.

Forscher bei AT & T haben Möglichkeiten der Einbettung von Informationen in Form von Störungen bei einer wichtigen anderen Klasse von Dokumenten, nämlich strukturierten Texten untersucht, indem sie den Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Zeilen des Textes und den Abstand zwischen Wörtern veränderten. Hierzu verwiesen auf J. Brassil et al, "Electronic Marking and Identification Techniques to Discourage Document Copying", AT & T Bell Laboratories, Murray Hill, N.J., 1994.

Die existierenden steganographischen Techniken für digitale Bilder erfüllen bei weiten nicht die Anforderungen für den Schutz und Nachweis intellektueller Eigentumsrechte von multimedialen Werken und Informationen. Dies ist darin begründet, daß die Techniken keinen Schutz gegen absichtliche oder unabsichtliche Angriffe bieten, die durch die digitale Verarbeitung der Daten, d. h. insbesondere der Bilder, möglich sind. Die Löschung, Veränderung oder Unkenntlichmachung der eingebetteten Informationen kann bei den herkömmlichen Verfahren z. B. leicht durch verlustbehaftete Bildkompression, Tiefpaß-Filterung und/oder durch einfaches Wechseln des Daten- bzw. Bildformates verursacht werden. Derartige Verarbeitungsschritte werden sogar oft zwangsläufig auf dem Weg eines multimedialen Dokumentes vom Urheber zum Endabnehmer bzw. -benutzer durchlaufen, weshalb die herkömmlichen Verfahren keinen fundierten Identifikationsnachweis liefern

können.

Aus der europäischen Druckschrift EP 0 581 317 geht ein Verfahren zur digitalen Kennzeichnung digital abgespeicherter Datensätze, beispielsweise digitale Bilddaten, hervor. Das in dieser Druckschrift beschriebene Verfahren dient der Integration von digitalen Signaturen, sogenannten Markierungen, in digitalen Bildern. Die digitalen Signaturen sollen der künftigen Identifikation der Bilder dienen. Dazu werden Pixel des Bildes, welche relative Maxima und Minima, d. h. Extrema, in den Pixelwerten bzw. Luminanzwerten aufweisen, ausgewählt gemacht. Von den derart bestimmten Punkten bzw. Pixelwerten des Bildes werden Punkte zur Integration eines Identifikationscodes, die sogenannte Signatur, ausgewählt. Zur Integration jeweils eines Bits der Signatur an jeweils einen ausgewählten Punkt des Bildes werden der Pixelwert selbst und unmittelbar benachbarte Pixelwerte angepaßt, d. h. modifiziert. Diesem Verfahren haftet jedoch der Nachteil an, daß die ausgewählten Positionen, an denen die Signaturwerte integriert werden, sehr leicht bestimmbar und daher als bekannt anzusehen sind. Durch die Wahl der Positionen an ursprünglich vorhandenen Extremwerten können die auf diese Weise durchgeführten integrierten Identifikationscodes leicht erkannt und entsprechend attackiert werden.

Ebenso geht aus einer europäischen Druckschrift, EP 0 614 308 A1 ein Verfahren zur Verschlüsselung von Daten hervor. Derartige Verschlüsselungsverfahren dienen jedoch der vollständigen Unkenntlichmachung eines gesamten Datensatzes für unautorisierten Zugriff. Hierbei werden hochauflösende Bildkomponenten mit Hilfe eines Schlüssels bzw. einer Verschlüsselungstechnik vor unberechtigtem Zugriff geschützt. Nicht-hochauflösende Bildkomponenten können jedoch frei zugänglich bleiben, so daß auf diese Weise ein hierarchischer Zugriff auf die Informationen möglich ist. Sämtliche Bildinformationen können hierbei in einem Speichermedium vorliegen, wobei nur berechnete Benutzer mittels des ihnen zur Verfügung gestellten Schlüssels auf die volle Bildinformation Zugriff haben. Das in der vorzitierten europäischen Druckschrift beschriebene Verfahren dient jedoch nicht einer gezielten Markierung von beispielsweise Bildinformationen für eine künftige Identifikation, sondern vielmehr der Verschlüsselung des gesamten Informationsinhaltes eines Bildes, so daß ein Nichtberechtigter auf diese Informationen ohne Zugriff bleibt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in einen Datensatz derart weiterzubilden, indem eindeutig zuordenbare Informationseinheiten derart in den urheberrechtlich zu schützenden Datensatz implementiert werden, so daß deren Zuordenbarkeit durch Veränderungen am Datensatz nicht verloren geht. Das Identifikationsverfahren soll dem Urheber sowie den Abnehmern und Verbreitern von multimedialen Werken die Möglichkeit geben, die Urheberschaft und Eigentumschaft zu überprüfen sowie Nachweise für den Mißbrauch der multimedialen Werke zu liefern.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäße Verfahrens sind anschließenden Ansprüchen 2 ff. zu entnehmen.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informations-

einheit in einen Datensatz derart ausgebildet, daß der zu markierende Datensatz in Blöcke von Pixeln zerlegt wird, die mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den Frequenzraum transformiert werden, daß eine diskrete Positionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung eines Schlüssels sowie datensatzspezifischer Eigenschaften generiert wird und, daß die zu implementierende Informationseinheit an die durch die Positionsfolge festgelegten Positionen im Datensatz geschrieben bzw. gelesen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht zusätzliche Informationen geheim, versteckt und robust in multimedialen Daten, d. h. insbesondere digitalen Bildern zu integrieren. Neben der Anwendung bei farbigen, graustufigen und binären Einzelbildern, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch bei digitalen Videodaten, d. h. Bildfolgen, anwendbar. Die Einbettung der zusätzlichen Informationen führt zu keiner wahrnehmbaren Verschlechterung der Bildqualität. Die eingebetteten Informationen können bei Kenntnis eines möglicherweise geheimzuhaltenden Schlüssels rekonstruiert werden.

So wird erfindungsgemäß in einem ersten Verfahrensschritt eine pseudo-zufällige Positionsfolge generiert, welche zur Bestimmung der Position verwendet wird, an der ein Code oder allgemein eine Informationseinheit integriert werden soll. Dazu werden Charakteristika, welche beispielsweise aus den Bilddaten extrahiert werden, in Kombination mit einem geheimen Schlüssel als Startwert für die Positionsgenerierung verwendet. In einem zweiten Schritt wird die Informationseinheit, an die durch die Positionsfolge spezifizierten Positionen geschrieben oder aus diesen ausgelesen. Es existieren hierfür unterschiedliche Methoden für das Schreiben bzw. Lesen der Informationseinheit, welche in Abhängigkeit vom Bildtyp verwendet werden.

Grundsätzlich sind drei zu unterscheidende Markierungstechniken in Abhängigkeit der zu markierenden Datensätze zu unterscheiden:

A) Die frequenzbasierte Markierung von Farbbildern und graustufigen Bildern

Dieses Verfahren basiert auf der Kenntnis, daß typische digitale Bilder von Menschen, Gebäuden, natürlichen Umgebungen etc. als nicht stationäre statistische Prozesse angesehen werden können, die stark redundant und störungstolerant sind.

Die Einbettung der binär codierten Informationen erfolgt im Frequenzraum des Bildes. Die folgende Beschreibung geht von einer Darstellung des Bildes im Ortsraum aus, in die jedes Bild konvertiert werden kann. Das Bild wird zunächst in Blöcke von Pixeln zerlegt. Die Blöcke werden mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den Frequenzraum transformiert. Hierzu sind beliebige Transformationsfunktionen zu verwenden. Eine bevorzugte Möglichkeit ist die Verwendung der sogenannten "Discrete Cosinus Transformation" (DCT). Anschließend werden die Blöcke von Frequenzkomponenten bzw. die für die Einbettung relevanten Teile der Blöcke quantisiert. Zur Quantisierung werden vorzugsweise Quantisierungsmatrizen ähnlich wie die bei dem Quantisierungsschritt des JPEG-Kompressionsstandards verwendet. Bezüglich des vorgenannten Kompressionsstandards sei auf die Druckschrift von Wallace verwiesen, "The JPEG still picture compression standard", Communications of the ACM,

Vol. 34, No. 4, April 1991, S. 30—40.

Mittels der im ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens generierten Positionsfolgen werden die Blöcke sowie die genauen Positionen innerhalb der ausgewählten Blöcke bestimmt, an die die Informationen eingebettet werden. Die Einbettung eines Bits ("1" oder "0") in einen Block erfolgt, indem bestimmte Relationsmuster, d. h. Größenverhältnisse, zwischen bestimmten Elementen, den sogenannten Frequenzkoeffizienten des Blocks mit einer moderaten Varianzschwelle gehalten bzw. erzeugt werden.

Sinnvollerweise werden Elemente des mittleren Frequenzbereiches zu Einbettung herangezogen, da hochfrequente Anteile z. B. durch verlustbehaftete Kompression, ohne sichtbaren Qualitätsverlust leicht eliminiert werden können und Modifikationen in den niederfrequenten Anteilen zu sichtbaren Änderungen führen. Prinzipiell sind jedoch alle Frequenzkomponenten verwendbar.

Um die Implementierung der zur Markierung verwendeten Informationseinheiten möglichst unantastbar gegen ungewollten Zugriff und/oder gegen Datenverarbeitungsprozesse, die den Datensatz formatieren bzw. in geeignete Formen umordnen, zu machen, ist die sogenannte Robustheit der eingebetteten Informationen gegen unautorisierten Zugriff durch Einstellung zweier Parameter zu optimieren. Dies ist zum einen die sogenannte Distanz D zwischen ausgewählten, quantisierten Frequenzkomponenten, wobei eine größere Distanz eine stärkere Robustheit liefert, wodurch jedoch auch eine leichtere Sichtbarkeit der Modifikationen verbunden ist. Der zweite Parameter ist der sogenannte Quantisierungsfaktor Q, der benutzt wird, um die ausgesuchten Werte für den eingebetteten Informationscode zu quantisieren. Ein größerer Quantisierungsfaktor resultiert in einer kleineren Modifikation der Bilddaten, aber auch in schwächerer Robustheit gegenüber verlustbehafteter Kompressionen, wie sie beispielsweise von der JPEG-Kompression bekannt sind.

Nach der Implementierung der Informationseinheiten kann das Bild durch eine Rückquantisierung und Rücktransformation wieder in eine Repräsentation im Ortsraum gebracht werden.

Das Verfahren erlaubt eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten, wie z. B. die beliebige Wahl der Transformation, der Blockbildung, der Auswahl der betrachteten Frequenzkomponenten, der Anzahl, Art und Zusammensetzung der Relationsmuster, der Auswahl und Zuordnung von Codierungen zu den Relationsmustern, sowie der Verteilung von Relationsmustern und damit der zugehörigen Codierung über verschiedene Blöcke.

B) Verhältnisbasierte Markierung von binären Bildern

Der Wert jedes einzelnen Pixels in einem binären Bild entspricht entweder der "1" oder der "0". Dadurch ist im allgemeinen kein Freiraum für Rauschen bzw. Störungen vorhanden, der durch das Implementieren von zusätzlichen Informationen verwendet werden kann. Um Informationen, die zuvor binär codiert vorliegen, einbetten zu können, müssen passende Bereiche im Bild gefunden werden, bei denen sich durch die Markierung die Qualität des Originalbildes nicht verschlechtert. Diese Bildbereiche sind für jedes individuelle Bild bzw. zumindest für bestimmte Bildtypen unterschiedlich.

Das vorgeschlagene Verfahren für binäre Bilder basiert auf dem Verhältnis von "1"- und "0"-Bits in einem ausgewählten Block. So sei $R(b)$ die Rate der schwarzen

Pixel, beispielsweise der "1"-Bits, in einem ausgewählten Block b des Bildes:

$$R(b) = N_s/N.$$

N_s bedeutet die Anzahl der schwarzen Pixel in dem Block b und N die Blockgröße, d. h. die Gesamtzahl der Pixel in dem Block b.

Die Einbettung eines Bits in einen Block b erfolgt nach folgender Verfahrensweise:

Ein "1"-Bit wird in einem Block b eingebettet, falls $R(b)$ innerhalb eines vorgegebenen Bereiches ($T_{1, \min}$, $T_{1, \max}$) liegt. Ein "0"-Bit wird dann eingebettet, falls $R(b)$ in einem anderen vorgegebenen Bereich ($T_{2, \min}$, $T_{2, \max}$) liegt. Die beiden angegebenen Bereiche liegen zwischen 0% und 100%. Zur Einbettung eines Bits wird der jeweils betrachtete Block, falls nötig, durch Änderung von "1"-Bits in "0"-Bits oder umgekehrt so oft modifiziert, bis $R(b)$ in den entsprechenden Bereich hineinfällt. Falls zu viele Änderungen notwendig sind, wird der ausgewählte Block für "ungültig" erklärt und in irgendeinen "ungültigen" Bereich außerhalb der beiden angegebenen Bereiche modifiziert. Ferner wird ein sogenannter "Puffer" zwischen den angegebenen Bereichen und den ungültigen Bereichen eingeführt, der den Grad der Robustheit gegen die Anwendung von Bildverarbeitungsverfahren auf das markierte Bild repräsentiert. Der Puffer beschreibt somit die Zahl der Bits, die in einem Block durch Bildverarbeitungsverfahren geändert werden dürfen, ohne die eingebetteten Bits zu beschädigen. Z.B. bedeutet ein Puffer von 5%, daß das Umkippen von weniger als 4 Bits innerhalb eines 8×8 Bit-Blocks den eingebetteten Code nicht beschädigt. Eine vernünftige Wahl der Bereiche $T_1 = (T_{1, \min}, T_{1, \max})$ und $T_2 = (T_{2, \min}, T_{2, \max})$ sowie des Puffers, z. B. $T_1 = (55, 60)$, $T_2 = (40, 45)$ sowie von einem Puffer = 5 für einen 8×8 Bit-Block, ermöglicht eine ausgeglichene Balance zwischen Robustheit gegen Bildverarbeitungsverfahren einerseits und Sichtbarkeit der eingebrachten Informationen andererseits.

Der Änderungsalgorithmus, nach dem die zu implementierenden Informationseinheiten an die entsprechenden durch die Positionsfolgen festgelegten Stellen der Datensätze eingebracht werden, ist nicht zuletzt von den Verteilungen der "1"- und "0"-Bits abhängig. Z.B. werden für sogenannte "dithered" binäre Bilder die Modifikationen gleichmäßig über den ganzen Block verteilt vorgenommen. Das Bit, das die meisten Nachbarn mit dem gleichen Wert hat, wird geändert.

Hingegen bei binären Bildern (Schwarz/Weiß) mit scharfen Kontrasten werden jedoch die Modifikationen an den Grenzen zwischen schwarzen und weißen Pixeln vorgenommen. Das Bit, das die meisten Nachbarn mit den umgedrehten Werten hat, wird geändert. In beiden Verfahren werden an den Grenzen eines Blocks die angrenzenden Bits der benachbarten Blöcke berücksichtigt.

c) Verfahren zur Markierung von Bildfolgen

Die vorstehend vorgestellten Verfahren zum Markieren von Bildern beziehen sich vornehmlich auf Markierungsmethoden für Einzelbilder, jedoch können diese auch auf Bildfolgen wie beispielsweise Videos, angewendet werden. Bei Bildfolgen sind zusätzliche Attacken gegen vorhandene Markierungen möglich. So können einzelne Markierungen durch Löschen einzelner Bilder aus der Bildfolge entfernt werden. Bewegungskompensierende und bewegungskompensierende Kompressionstechniken wie beispielsweise im MPEG-Standard können ebenso zum Entfernen von Markierungen führen. So werden in einem dritten Verfahren zur Markierung von Bildfolgen die Markierungen wiederholt in die Einzelbilder bestimmter Sequenzen der Gesamtbildfolge eingebettet, wobei die Robustheit gegen bekannte Attacken dabei erhöht werden kann, indem die Länge der Sequenz jeweils zu implementierender Informationseinheiten skaliert wird. Im Extremfall werden die Informationen in sämtliche Einzelbilder des gesamten Videos integriert.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:
Fig. 1 Schreibvorgang für eine Markierung,
Fig. 2 Lesevorgang einer Markierung,
Fig. 3 Tabelle für "1"-, "0"-Bit und "ungültiges Muster",
Fig. 4 mögliche Positionen für die Einbettung einer Informationseinheit in einen 8×8 Block,
Fig. 5 Beispiel einer Einbettung einer Informationseinheit durch Transformation, Quantifizierung und Modifikation von Frequenzkomponenten,
Fig. 6 beispielhafte Modifikation zur Markierung bei gleichmäßig verteilten "1"- und "0"-Bits sowie
Fig. 7 beispielhafte Modifikation zur Markierung bei scharfen Trennlinien zwischen "1"- und "0"-Bits.

In Fig. 1 ist das erfindungsgemäße Ablaufschema zum Einbetten von binär codierten Informationseinheiten in einen Datensatz, der im vorliegenden Beispiel ein Bild ist, angegeben. Aus den Informationen des Bildes sowie unter Zugrundelegung eines geheimen Schlüssels wird eine Positionsreihenfolge generiert, nach der der einzubettende Code in das Bild implementiert wird. Als Ergebnis wird ein markiertes Bild erhalten, dessen Markierungen durch unautorisierten Zugriff Dritter oder durch Veränderung des Bildes bzw. des Datensatz nicht beeinträchtigt werden kann.

Für den Lesevorgang, der beispielsweise zum Nachverfolgen etwaiger unerlaubter Vervielfältigungen benutzt wird, wird das markierte Bild unter Zugrundelegung des vorher verwendeten geheimen Schlüssels, der zur Implementierung der Informationseinheiten verwendet wurde, benutzt, um die Positionsreihenfolge zu generieren, mit der das Auslesen des eingebetteten Codes möglich ist (siehe Fig. 2). Als Ergebnis erhält man den ursprünglich in den Datensatz eingebetteten Code.

Anhand der Fig. 3 und 4 ist ein Beispiel für die frequenzbasierte Markierung von Farbbildern, insbesondere eines 8×8 Pixel-Blockes angegeben. Aus der in Fig. 3 dargestellten Tabelle sind drei unterschiedliche Gruppen von Relationsmustern zwischen Frequenzkoeffizienten dargestellt, nämlich Muster für "1", Muster für "0" sowie sogenannte "ungültige" Muster. Das "1"-Muster repräsentiert ein "1"-Bit bzw. das "0"-Muster repräsentiert ein "0"-Bit der eingebetteten, codierten Informationseinheit. Falls für den Vorgang der Implementation zu große Modifikationen am ursprünglichen Datensatz notwendig werden, um beispielsweise das erwünschte gültige Muster für ein Bit zu erhalten, dann ist dieser Block ungültig. In diesem Fall werden die Größenrelationen zwischen den Elementen zu einem beliebigen "ungültigen" Muster modifiziert, um ein eindeutiges Lesen der Information zu ermöglichen. Die in der oberen Tabelle dargestellten Relationsmuster stellen Abhängigkeiten von den Verhältnissen der Größen je dreier Elemente (e_1, e_2, e_3) eines 8×8 Blockes dar.

Aus Fig. 5 geht exemplarisch ein Einbettungsprozeß hervor, der sich aus dem Schritt der Transformation, der Quantisierung sowie der Modifikation der Koeffizienten zusammensetzt. In der in Fig. 4 dargestellten Abfolge wird ein Bit für ein ausgewähltes Muster in einem 8×8 Block implementiert.

Aus den Fig. 6 und 7 gehen zwei Beispiele für die verhältnisbasierte Markierung zweier binären Bilder hervor. Fig. 6 stellt ein Beispiel für "dithered" binäre Bilder dar, bei denen die Modifikationen gleichmäßig über den ganzen Block verteilt sind. Die Implementierung erfolgt in diesem Fall derart, daß das Bit, das die meisten Nachbarn mit gleichen Wert hat, geändert wird.

Im Unterschied dazu geht aus Fig. 7 ein binäres Bild mit sehr scharfen Kontrasten hervor, bei dem die Implementierungen an den Grenzen zwischen schwarzen und weißen Pixeln vorgenommen wird. Das Bild, das die meisten Nachbarn mit den umgedrehten Werten aufweist, wird geändert.

In beiden dargestellten Fällen werden an den Grenzen eines Blockes die angrenzenden Bits der benachbarten Blöcke berücksichtigt.

Das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es Informationen in multimediale Werke, insbesondere Bilder und Bildsequenzen, geheim, versteckt und robust zu integrieren. Die in die originalen Daten eingebetteten Informationen (Kennungen, Markierung, Etikette) können dazu verwendet werden, den Halter des Urheberrechts auf das multimediale Werk, den Abnehmer bzw. Benutzer des Werkes oder auch das multimediale Werk an sich zu kennzeichnen bzw. zu identifizieren. Zwar wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der eigentlich. Mißbrauch nicht unmittelbar verhindert, doch sehr wahrscheinlich eingeschränkt, da die Markierung der Dokumente für die Geltendmachung der Urheberrechte beweisdienlich ist. Die robuste und versteckte Integration von Informationen kann jedoch auch für andere Zwecke benutzt werden, wie der Einbettung von privaten Informationen, beispielsweise Patientendaten, in die zugehörigen digitalen Bilder, beispielsweise Patientenbilder, wodurch auch stets eine Verwechslungsfreie Zuordnung gewährleistet ist. Ferner können Markierungen in multimedialen Werken, wie z. B. Musik- und Filmsequenzen zur automatischen Bestimmung bzw. Messung der Benutzerzahl verwendet werden.

Die Anwendungsgebiete dieser Erfindung beinhalten alle elektronischen Informationsdienste, in denen der Schutz von unerlaubten Zugriff, Verteilung und Vervielfältigung von digitalen Daten sowie der Schutz von intellektuellen Besitzansprüchen erforderlich sind. Das vorrangigste Anwendungsgebiet ist als elektronische Publizieren von Zeitungen, Büchern, Bildern, Videos etc. auf einem portablen Medium, wie z. B. CDs, CD-Roms, Disketten, Bänder, sowie über Netzwerke, Satellit oder terrestrische Übertragungsmedien. Die vorgestellten Verfahren sind ebenso einsetzbar in den Anwendungsfeldern der geographischen Informationssysteme, der Medizin, den elektronischen Verteilerdiensten wie Pay-TV, Video-On-Demand usw. sowie der genaueren Messung der Konsumentenzahl im Bereich des Rundfunk und Fernsehens.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit

in einen Datensatz, dadurch gekennzeichnet, daß der zu markierende Datensatz in Blöcke von Pixeln zerlegt wird, die mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den Frequenzraum transformiert werden, daß eine diskrete Positionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung eines Schlüssels sowie datensatzspezifischer Eigenschaften generiert wird und, daß die zu implementierende Informationseinheit an die durch die Positionsfolge festgelegten Positionen im Datensatz geschrieben bzw. gelesen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die datensatzspezifischen Eigenschaften inhaltliche Merkmale, Objektmerkmale oder geometrische oder formatspezifische Eigenschaften sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformationsfunktion eine diskrete Cosinus Transformation ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß unter Verwendung von Quantisierungsmatrizen die in den Frequenzraum transformierten Blöcke quantisiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Quantisierungsmatrizen dem Quantisierungsschritt des JPEG-Kompressionsstandards entsprechen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß unter Zugrundelegung der generierten Positionsfolge die zu implementierenden Informationseinheiten in die Blöcke eingebettet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung der zu implementierenden Informationseinheiten an den ausgewählten Positionen bzw. Blöcken durch Änderung bzw. Beibehaltung der Größenverhältnisse von ausgewählten Frequenzkoeffizienten, insbesondere des mittleren Frequenzbereichs, erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach Einbettung der Informationseinheit eine Rückquantisierung und Rücktransformation des Datensatzes in den Ortsraum erfolgt.

9. Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in einen Datensatz, dadurch gekennzeichnet, daß eine diskrete Positionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung datensatzspezifischer Eigenschaften generiert wird, und daß der binär codierte Datensatz in Blöcke mit N Pixel aufgeteilt wird, wobei die Einbettung der zu implementierenden Informationseinheiten an den ausgewählten Positionen bzw. Blöcken durch Änderung bzw. Beibehaltung der anzahlmäßigen Verhältnisse von "1"- und "0"-Bits in den jeweiligen Blöcken erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung einer Informationseinheit, die einem 1-Bit entspricht, in einem Block b nach folgender Bedingung erfolgt:

$$T_{1, \min} < R(b) < T_{1, \max}$$

$$\text{mit } R(b) = N_1/N$$

N_1 = Anzahl der 1-Bit-Pixel im Block b

$T_{1, \min}, T_{1, \max}$ oberer und unterer Grenzwerte.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung einer Informationseinheit, die einem 0-Bit entspricht, in einem Block b nach folgender Bedingung erfolgt:

$$T_{2, \min} < R(b) < T_{2, \max}$$

mit $R(b) = N_1/N$

$T_{2, \min}, T_{2, \max}$ oberer und unterer Grenzwerte.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß für ein 8×8 Bit-Block folgende Werte gelten:

$$T_{1, \min} = 55$$

$$T_{1, \max} = 60$$

$$T_{2, \min} = 40$$

$$T_{2, \max} = 45.$$

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Blöcken mit relativ gleichmäßig verteilten Bit-Werten, an den Stellen Bit-Implementierungen vorgenommen werden, deren Nachbarstellen einen hohen Anteil von Bits mit gleichen Wert haben.

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Blöcken, die Bereiche einheitlicher Bit-Stellung aufweisen, an Stellen Bit-Implementierungen vorgenommen werden, an denen Felder unterschiedlicher Bit-Stellungen aneinandergrenzen, so daß das Bit mit den meisten Nachbarn mit den umgekehrten Werten geändert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß zu starke Änderungen zur Einbettung von Informationen an den ausgewählten Positionen notwendig sind, wird der entsprechende Block als ungültig markiert, wobei ungültige Bereiche außerhalb der Bereiche $T_1 = (T_{1, \min}, T_{1, \max})$, $T_2 = (T_{2, \min}, T_{2, \max})$ liegen.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Toleranzpuffer zwischen T_1 , T_2 und ungültigen Bereichen eingeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

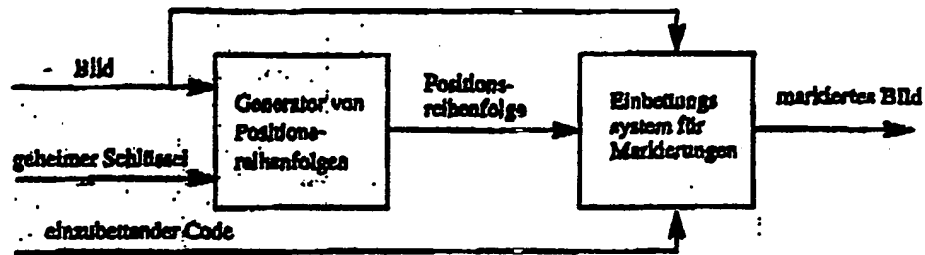


Fig. 1

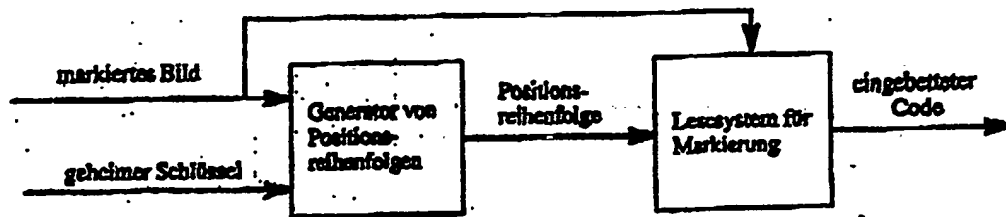


Fig. 2

c ₁	c ₂	c ₃	
Hoch	Mitte	Tief	} Muster für "1"
Mitte	Hoch	Tief	
Hoch	Hoch	Tief	
Mitte	Tief	Hoch	} Muster für "0"
Tief	Mitte	Hoch	
Tief	Tief	Hoch	
Hoch	Tief	Mitte	} "ungültige" Muster
Tief	Hoch	Mitte	
Mitte	Mitte	Mitte	

Fig. 3

	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Fig. 4

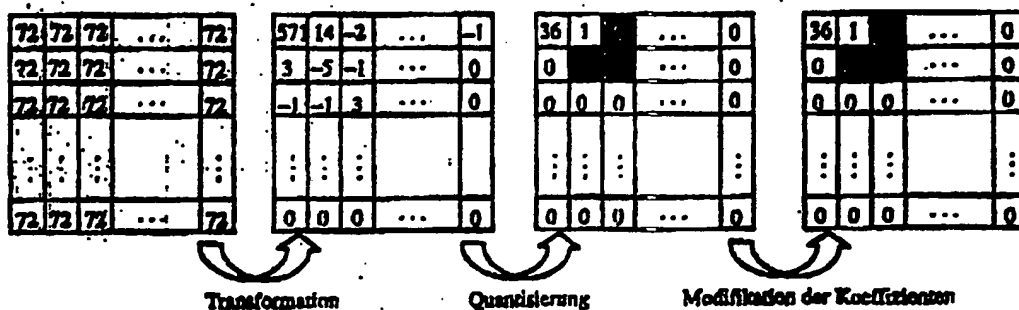


Fig. 5

BEST AVAILABLE COPY

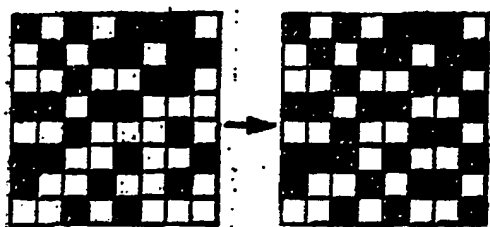


Fig. 6

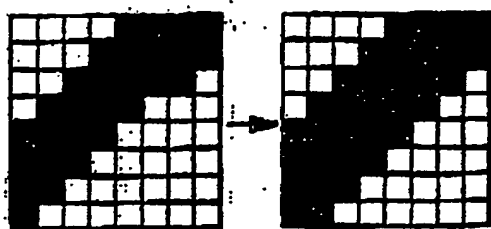


Fig. 7

BEST AVAILABLE COPY